www.unal.edu.co/icn/publicaciones/caldasia.htm Caldasia 27(2):195-211. 2005

LOS BOSQUES SECOS DE LA RESERVA DE BIOSFERA DEL NOROESTE (PERÚ): DIVERSIDAD ARBÓREA Y ESTADO DE CONSERVACIÓN

The dry forests of the Biosphere Reserve of Northwestern (Peru): Tree diversity and conservation status

Jorge Miguel Leal-Pinedo

Reserva de Biosfera del Noroeste, Instituto Nacional de Recursos Naturales, Tumbes, Perú
Dirección actual: Correo Central, Trujillo – La Libertad, Perú

Reynaldo Linares-Palomino

Reserva de Biosfera del Noroeste, Instituto Nacional de Recursos Naturales, Tumbes, Perú
Dirección actual: Herbario Forestal MOL, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Apartado 456, Lima, Perú. pseudobombax@yahoo.co.uk

RESUMEN

Basados en datos de 16 inventarios forestales publicados y no publicados se analizan y discuten los patrones de estructura y diversidad de los bosques secos estacionales de dos áreas de conservación de la Reserva de Biosfera del Noroeste, Perú (el Parque Nacional Cerros de Amotape y la Zona Reservada de Tumbes). La densidad de estos bosques varía en el rango de 31 a 458. Se identificaron 34 familias, 58 géneros y 85 especies y morfoespecies leñosas. La riqueza de especies por parcela varió entre cinco y 38 especies. Estas diferencias son quizás producto de la heterogeneidad de las condiciones ambientales locales (en especial la disponibilidad de agua y otros factores edáficos). Adicionalmente se discute el efecto negativo de la ganadería y tala local sobre los estados de conservación de estos bosques. Ambos factores, naturales y antropogénicos, determinan la capacidad regenerativa y el estado actual de los mismos.

Palabras clave. Diversidad beta, diversidad local, endemismo, Región Tumbesina, riqueza de especies, bosques secos.

ABSTRACT

Based on data from 16 published and unpublished forest inventory plots we analyze and discuss structural and diversity patterns in two conservation areas of the Northwestern Biosphere Reserve in Peru (Cerros de Amotape National Park and Tumbes Reserved Area). Tree density varied between 31 and 458 individuals per hectare. 34 families, 58 genera and 85 woody species and morphospecies were identified for the 16 hectares. The most species rich plot contained 38 species, while the lowest value was five species found in a plot. These differences are assumed to be the product of local environmental heterogeneity (especially water availability and edaphic factors). Additionally, agriculture and logging are identified and discussed as activities of negative influence on the conservation status of these forests. Thus, natural and human derived factors are determining the regenerative capacity and actual state of the dry forest.

Key words. Beta diversity, endemism, local diversity, species richness, Tumbesian region, dry forests.

INTRODUCCIÓN

Los bosques secos del noroeste peruano son ecosistemas frágiles que se hallan en constante amenaza ante la pérdida de su composición original (Anónimo 2001a, Anónimo 2001b). Esfuerzos conjuntos de la comunidad científica y las políticas de gobierno local, regional y nacional han conllevado a la protección y resguardo de parte de estos bosques. Se han creado tres áreas naturales protegidas (ANPs), de diferentes extensiones y con diversos niveles de uso y protección, que contienen una muestra representativa de la diversidad biológica presente en esta región: el Parque Nacional Cerros de Amotape (PNCA), el Coto de Caza El Angolo (CCA) y la Zona Reservada de Tumbes (ZRT, creada en 1957 como Bosque Nacional de Tumbes, es recategorizada en 1994 como Zona Reservada de Tumbes, una denominación transitoria), que a su vez conforman la Reserva de Biosfera del Noroeste (RBNO). La conservación de la biodiversidad de estos ecosistemas se debe dar a través del conocimiento de su composición, dinámica, evolución e interrelaciones con otros constituyentes del ecosistema (Vásquez 1995). Para ello se deben utilizar modelos y metodologías de evaluación que sean adecuadas para estos ambientes secos y estacionales, de modo que los resultados provean información que permita tomar las decisiones más acertadas para su protección. El éxito de la gestión de conservación se reflejará en el estado en el que se encuentre el ecosistema, incluyendo la influencia de actividades antrópicas.

El área de bosques secos de la RBNO es considerada como una zona de importancia biológica por ser un ecosistema singular, altamente amenazado y poco conocido, con presencia de especies endémicas y un importante grado de diversidad local y regional en una superficie relativamente reducida. Por estas características, ha sido incluida recientemente en la lista de "puntos calientes" o *hotspots* del mundo, junto con los bosques del Chocó colombiano y ecuatoriano y los bosques secos ecuatorianos, conformando el "Tumbes-Chocó-Magdalena Hotspot" (Mittermeier *et al.* 2005). Sagastegui *et al.* (1999), manifiestan que la región norte del Perú, presenta cerca del 26% de especies vegetales endémicas (esto incluye los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, San Martín, Cajamarca y Amazonas), sin considerar ejemplares repetidos en zonas de muestreos. Sin embargo, el interés por la diversidad biológica en el noroeste peruano no sólo se limita al aspecto vegetal, que lo distingue de otros bosques del Perú. La región también presenta niveles similares de diversidad y endemismo en especies de vertebrados (Aguilar 1994). A escala regional, la Región Tumbesina es una de las Áreas de Endemismo de Aves (EBAs) más importantes y amenazadas de todas las EBAs a nivel global. En la actualidad, existen 59 especies restringidas a la Región Tumbesina, catorce de las cuales están amenazadas y confinadas a menos del 5% de su hábitat original. El 5% de estas especies y el 17,5% de las subespecies se restringe al hábitat del bosque seco del noroeste peruano (Stattersfield *et al.,* 1998).

Se han realizado diversas expediciones botánicas en la región (e.g. Weberbauer 1914, Ferreyra 1983, Wust 1998) y existen algunas listas florísticas (e.g. Anónimo 1992). Sin embargo la falta de información cuantitativa era evidente. Entre abril y noviembre del 2000 se instalaron seis parcelas permanentes de una hectárea en el PNCA, cuyos resultados se mencionaron en Linares-Palomino & Ponce-Álvarez (2005). El propósito del presente artículo es incrementar la información a 16 hectáreas con diez inventarios florísticos cuantitativos de una hectárea adicionales ejecutados en el área. Creemos que dicha información, a pesar de considerarla aún insuficiente, nos permite hacer un análisis preliminar del nivel de diversidad y conservación de la vegetación leñosa que existe en el área, y cómo es influenciada por los factores ambientales y antrópicos de la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La RBNO (Fig. 1) está situada en el extremo norte del Perú, en los departamentos de Tumbes (provincias de Contralmirante Villar, Tumbes y Zarumilla) y Piura (provincias de Talara y Sullana) entre los 3° 43' y 4° 23' de latitud Sur y los 80° 07' y 80° 54' de longitud Oeste. Cubre una superficie de 231 402 hectáreas. La zona núcleo la constituye el PNCA (91 300 ha) y sus zonas de amortiguamiento son el CCA (65 000 ha) y la ZRT (75 102 ha) (Anónimo 2001a). El territorio de la zona de estudio presenta una topografía regularmente plana y ondulada a colinosa y empinada, de quebradas susceptibles a la erosión en mayores elevaciones, con dominancia de suelos arcillosos (Anónimo 1995). Es atravesada por la Cordillera de los Amotapes, que en la zona alcanza su máxima altitud en el Cerro Carrizal con 1613 msnm. Esta Cordillera esta formada por estribaciones y contrafuertes de la Cordillera de los Andes. Tres ríos de flujo permanente atraviesan el área de la RBNO: el río Zarumilla, río Tumbes y río Chira. El clima tropical de la región se caracteriza por ser una zona de transición entre el clima desértico de la costa peruana y el tropical sub-húmedo del Ecuador. Está fuertemente influenciado por las aguas frías de la Corriente de Humboldt, las aguas cálidas de la Corriente El Niño, el anticiclón del Pacífico Sur y la Cordillera de los Andes (Anónimo 2001b). Existe poca información meteorológica para la región ya que son pocas las estaciones que registran datos y es difícil hacerse una idea clara de lo que pasa a niveles locales. Para dar una idea general del clima de la región, se presentan los diagramas climáticos de las estaciones de Rica Playa, Tumbes, Talara y Piura (Lieth *et al.* 1999) (Fig. 2). Adicionalmente, en la Estación Experimental "Los Tumpis" (80° 19'S y 3° 31'W, altitud: 18 msnm; SENAMHI, com. per.), se han registrado temperaturas medias de 30 °C, variando por encima de 35 °C en el mes de febrero y alrededor de 15 °C en los meses de julio y agosto. La humedad relativa promedio osciló entre 70 % y 80 % (Anónimo 2001a, SENAMHI, com. per.). Se observan dos estaciones climáticas bien marcadas en la región. Una seca (de mayo a noviembre) y una lluviosa (de diciembre a abril). En general, las precipitaciones disminuyen de

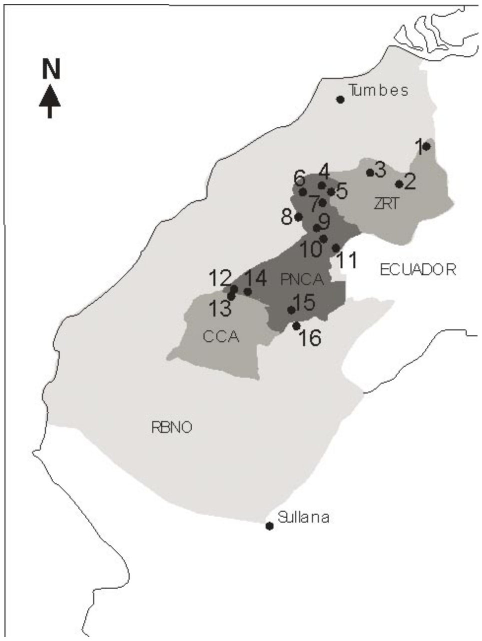

Figura 1. Reserva de Biosfera del Noroeste (RBNO), Parque Nacional Cerros de Amotape (PNCA), Coto de Caza El Angolo (CCA) y Zona Reservada de Tumbes (ZRT). Ubicación de parcelas de muestreo: 1. Cordillera del Tigre, 2. La Unión, 3. Huapalas, 4.Las Juanas, 5.El Sauce, 6.Quebrada Maderal, 7.Ucumares, 8. Panales, 9.Pasallito, 10.Miraderos, 11. Quebrada El Pilar, 12. El Cardo, 13. Uña de Gato, 14.Quebrada Mana, 15. Guabal, 16. El Checo.

norte a sur y de este a oeste. Así, encontramos zonas de alta precipitación (alrededor de 1500 mm anuales) hacia el lado oriental de la Cordillera de los Amotapes, como en el sector de El Caucho – Campo Verde, y de escasa precipitación (alrededor de 50 mm anuales) hacia el lado sur occidental, como en el área de Talara (Fig. 2, Anónimo 1995, Anónimo 2001a).

Las ecorregiones de Mar Tropical, Bosque Seco Ecuatorial y Bosque Tropical del Pacífico definen el noroeste peruano (Aguilar 1994). La RBNO, ubicada en esta región, incluye un abanico de ecosistemas únicos y escenarios paisajísticos característicos que hacen de esta parte norte del Perú un lugar especial por presentar altos niveles de endemismo local y regional (Huber & Riina 1997). Por ello es considerada como zona prioritaria de conservación e investigación y como centro de diversidad de plantas (Aguilar 1994, Mostacero *et al.* 1996, Anónimo 1994-1997, Wust 1998, Sagastegui *et al.* 1999, Anónimo 2001a, Anónimo 2001b, Anónimo 2002, Wust 2002). Las formaciones vegetales presentes en esta región se han adaptado a las condiciones de aridez. Muchas especies sobreviven a la espera de la temporada de lluvias. La cobertura vegetal y la composición de estos bosques no es uniforme y varía según las condiciones climáticas, hidrológicas y edáficas (e.g. Block & Richter 2000). Por un lado se observan formaciones vegetales conformadas por especies arbóreas bajas y achaparradas esparcidas, con vegetación herbácea rala y efímera y una mezcla de especies arbustivas y cactáceas columnares. El otro extremo lo conforman zonas más densas y de condiciones de humedad relativamente mayores, con árboles caducifolios cubiertos de epifitas hasta ejemplares siempre verdes, con dominancia de especies que superan los 20 m de alto. Las formaciones intermedias están conformadas por diversas especies de arbustos, cactáceas, herbazales y numerosas gramíneas xerófitas. (Aguilar 1994, Brack & Mendiola 2000, Anónimo 2002).

Colección de datos y análisis

Adicionalmente a las seis parcelas reportadas en Linares-Palomino & Ponce-Álvarez (2005), se han instalado diez parcelas permanentes de una hectárea (100 m x 100 m) en la RBNO entre abril 2000 y noviembre 2003 siguiendo la metodología de Alder & Synnot (1992). Siete en el PNCA y tres en la ZRT (Fig. 1). En cada parcela se marcó, midió, colectó e identificaron todos los árboles mayores e iguales a 10 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho a 1.30 m). Los vouchers están depositados en el herbario de la RBNO, Tumbes. Para cada parcela se han calculado diversos índices (dominancia, índice de Shannon, índice de Simpson, equidad) utilizando el programa PAST ver.1.32 (Hammer *et al.* 2001). Segun Berry (2002), la diversidad de un bosque no sólo se basa en la cantidad de especies (riqueza) o de individuos (densidad) que contiene. Existe una relación dependiente entre estas dos variables, que puede distorsionar la interpretación de un análisis, por lo que recomienda utilizar el índice alfa de Fischer para comparar parcelas, que pueden tener inclusive áreas de diferentes tamaños y números de individuos variables. Este índice también fue calculado con PAST.

Para evaluar la diversidad beta, se calculó el coeficiente de Sørensen (Bray-Curtis) utilizando una matriz de doble entrada con datos de abundancia (Magurran 2004) con BiodiversityPro (Anónimo 1997). Para evaluar la influencia de la distancia geográfica sobre la similitud florística entre pares de parcelas se construyó una segunda matriz de doble entrada, con las coordenadas geográficas como variable de cada parcela. Ambas matrices se evaluaron con el test de Mantel (Legendre & Legendre 1998). Se han modificado y adecuado algunos datos de las parcelas mencionadas en Linares-Palomino & Ponce-Álvarez (2005). Por un lado, se han identificado algunas especies más, y por otro se ha tratado de uniformizar los conceptos de morfoespecies. Todo esto, con el fin de tener datos comparables para la presente contribución.

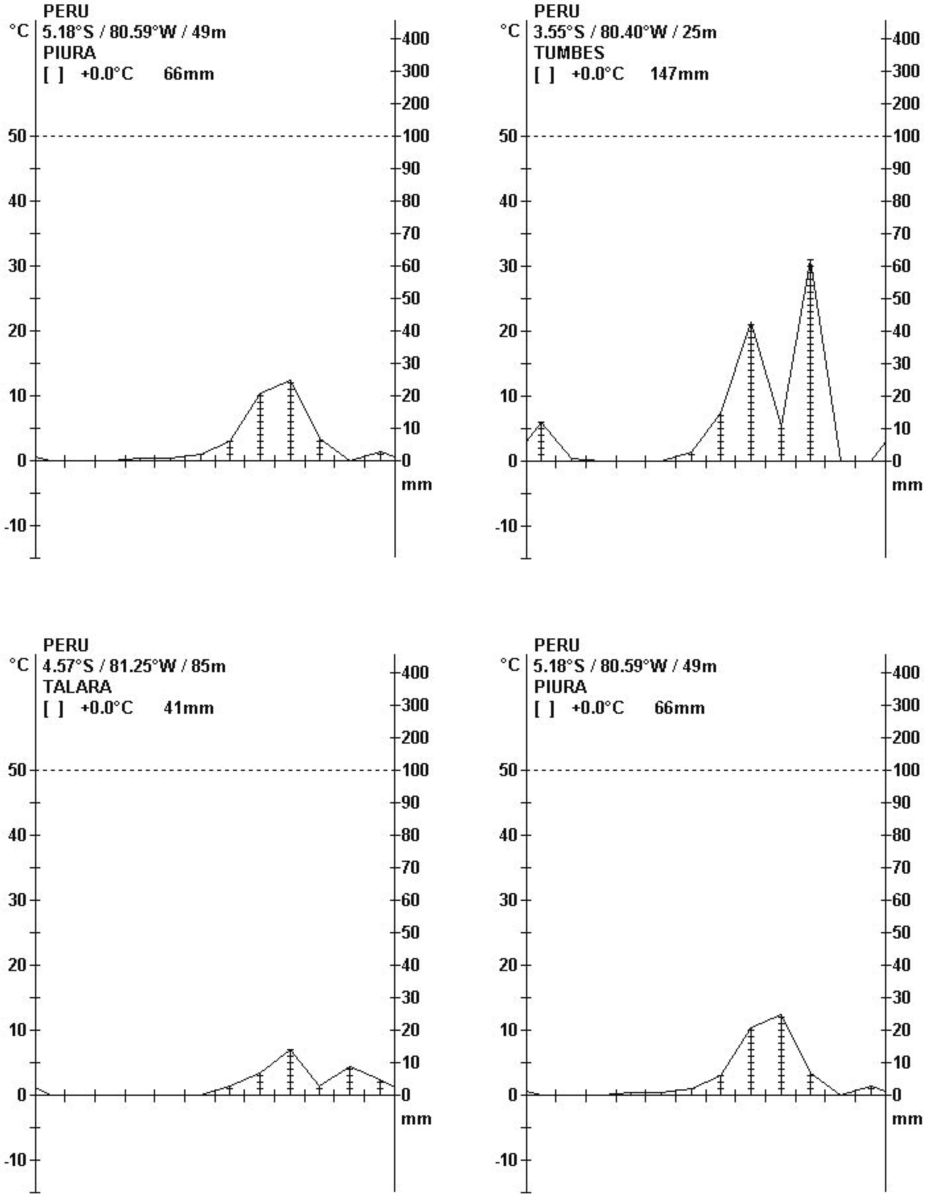

Figura 2. Diagramas climáticos de cuatro estaciones en la región norte del Perú. Los datos son promedios de precipitación: Rica Playa (1964-1967), Tumbes (1976-1990), Talara (1943-1993) y Piura (1932-1993).

RESULTADOS

Riqueza de especies, densidad y diversidad local

Se ha identificado un mínimo 34 familias, 58 géneros y 85 especies y morfoespecies para toda la zona (la lista completa esta disponible de los interesados). La familia Leguminosae es la más representativa y sus especies se distribuyen en la mayoría de ambientes. El 34 % de las especies arbóreas encontradas en las 16 parcelas en el bosque seco de Tumbes-Piura son Leguminosae (Fig. 3), seguido por Bombacaceae (9%), Polygonaceae (5%), Bignoniaceae, Boraginaceae, Lauraceae, Capparaceae y Moraceae (4%).

De las parcelas, se confirma que Pasallito presenta el valor más alto de número de individuos arbóreos con 458 (cf. Linares-Palomino & Ponce Alvarez, 2005). Sin embargo es ahora Quebrada Maderal la que presenta el valor más bajo con 31 (Tabla 2). En cuanto a riqueza de especies, es en Cordillera La Unión donde se han encontrado el mayor número de especies leñosas (38), y Quebrada Maderal es donde hay menor número de especies (5).

Para todos los casos en la estructura forestal de las parcelas (# de individuos, clases diamétricas) se encontró la clásica curva de J-invertida (Fig. 4, 5a y 5b). Las especies con mayor densidad promedio son *Tabebuia bilbergii* (Bureau & K. Schum.) Standl. con 26.38 árboles/ha, seguido por *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson con 21.00 árboles/ha (ambas Bignoniaceae), *Terminalia valverdeae* A.H. Gentry (Combretaceae) con 20.94 árboles/ha, *Eriotheca discolor* (Kunth) A. Robyns (Malvaceae-Bombacoideae) con 16.38, *Caesalpinia glabrata* Kunth

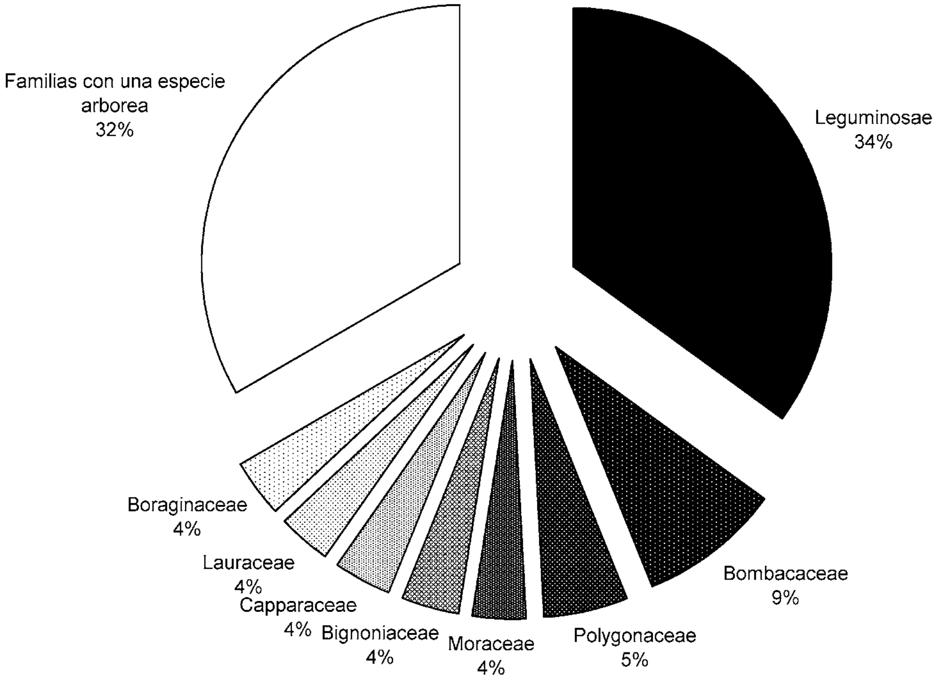

Figura 3. Porcentaje de familias según el número de especies arbóreas en los bosques secos de la RBNO.

Tabla 1. Índices de diversidad de 16 parcelas de una hectárea en los bosques secos de la Reserva de Biosfera del Noroeste, Perú. Negritas, subrayado e itálicas muestran los primeros, segundos y terceros valores más altos, respectivamente.

	Parque Nacional Cerros de Amotape													Zona Reservada de Tumbes		
	Uña de Gato[a]	Pasallito[a]	Miraderos[a]	El Sauce[a]	Las Juanas[a]	El Checo[a]	El Cardo[b]	Quebrada Maderal[b]	Guabal[b]	Ucumares[b]	Hormigas - Quebrada Mana[b]	Panales[b]	Quebrada El Pilar[b]	La Union[b]	Cordillera El Tigre[b]	Huapalas[b]
Taxones (S)	6	24	22	17	10	18	8	5	*23*	18	15	11	10	**37**	24	21
Individuos (n)	97	**458**	306	259	47	320	74	31	242	*376*	221	112	153	399	367	287
Dominancia D	**0.44**	0.17	0.10	0.22	0.17	0.13	0.31	0.40	0.13	0.21	0.11	0.30	*0.39*	0.07	0.10	0.25
Shannon indx	1.17	2.27	2.56	1.88	1.96	2.34	1.45	1.19	2.37	1.97	2.35	1.69	1.29	**3.03**	*2.55*	1.95
Simpson 1-D	0.56	0.83	0.90	0.78	0.83	0.87	0.69	0.60	0.87	0.79	*0.89*	0.70	0.61	**0.93**	0.90	0.75
Equidad	0.65	0.71	0.83	0.66	0.85	0.81	0.70	0.74	0.75	0.68	**0.87**	0.70	0.56	*0.84*	0.80	0.64
Alfa Fisher (a)	1.41	5.39	5.43	4.08	3.89	4.12	2.28	1.69	6.25	3.94	3.64	3.02	2.40	**9.96**	*5.75*	5.22

Dominancia D=sum((ni/n)2); Índice de Shannon H=-sum((ni/n)ln(ni/n)); Índice de Simpson= 1-D; Equidad = H/lnS número de taxones; Alfa de Fischer a: S=a*ln(1+n/a). Fuente: a Linares-Palomino y Ponce Álvarez (2005), b Este estudio.

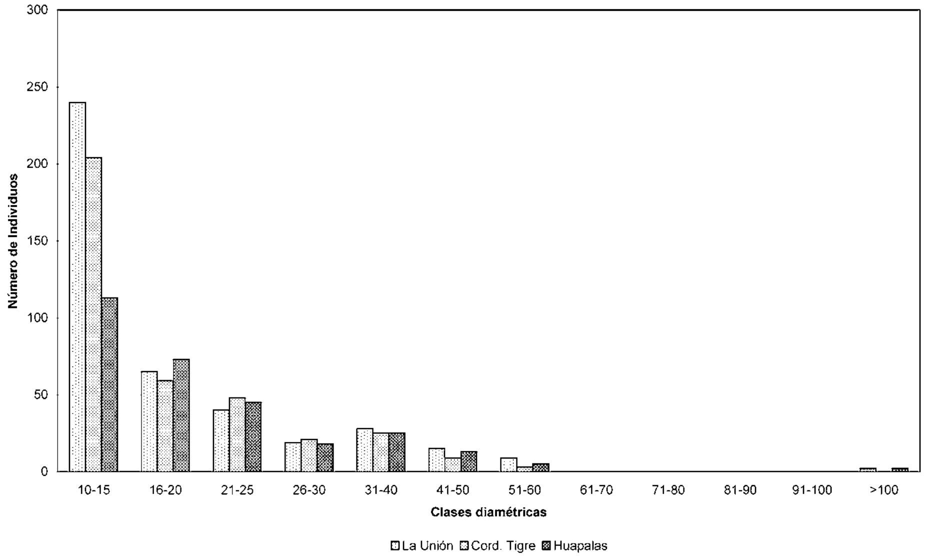

Figura 4. Distribución del número de individuos por tamaño de clase diamétrica/parcela - Zona Reservada de Tumbes.

(Leguminosae-Caesalpinioideae) con 15.88 árboles/ha y *Pisonia macranthocarpa* J. D. Smith (Nyctaginaceae) con 10.12 árboles/ha. Se observa un mayor número de individuos en las clases diamétricas 10-15 cm DAP, y valores menores en las superiores a 30 cm. Especies forestales como *Tabebuia billbergii*, *Tabebuia chrysantha*, *Caesalpinia glabrata*, *Terminalia valverdeae* y *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng. (Cochlospermaceae) registraron densidades entre 107.75 y 13.75 árboles/ha en las clases diamétricas bajas. Especies como *Ceiba trichistandra* (A. Gray) Bakh. (Malvaceae-Bombacoideae), *Eriotheca ruizii* (K. Schum.) A. Robyns (Malvaceae-Bombacoideae), *Cochlospermum vitifolium*, *Cavanillesia platanifolia* HBK (Malvaceae-Bombacoideae) y *Loxopterygium huasango* Spruce ex Engl. (Anacardiaceae), registraron densidades entre 8.81 y 1.50 árboles/ha en las clases diamétricas altas.

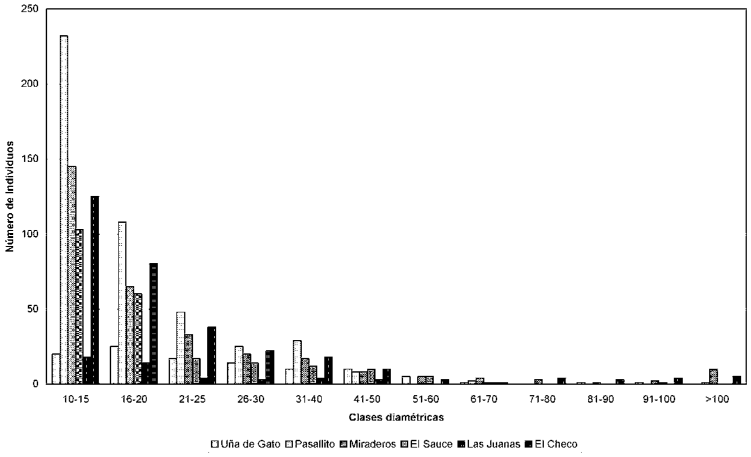

Figura 5a. Distribución del número de individuos por tamaño de clase diamétrica/parcela - Parque Nacional Cerros de Amotape.

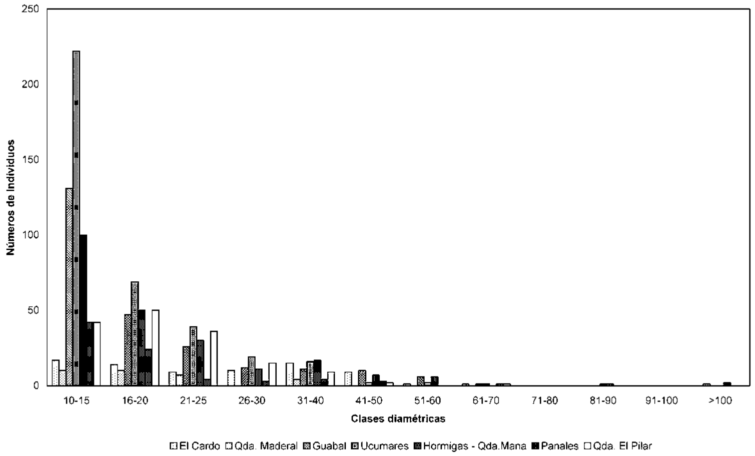

Figura 5b: Distribución del número de individuos por tamaño de clase diamétrica/parcela - Parque Nacional Cerros de Amotape.

Tabla 2. Índices de similitud de Sørensen para 16 parcelas de una hectárea en los bosques secos de la Reserva de Biosfera del Noroeste, Perú. En negritas el valor más alto, en itálicas los valores más bajos.

	Uña de Gato[a]	Pasallito[a]	Miraderos[a]	El Sauce[a]	Las Juanas[a]	El Checo[a]	El Cardo[b]	Quebrada Maderal[b]	Guabal[b]	Ucumares[b]	Hormigas - Quebrada Mana[b]	La Union[b]	Cordillera El Tigre[b]	Huapalas[b]	Panales[b]	Quebrada El Pilar[b]
Uña de Gato	*	0.13	0.12	0.16	0.42	0.12	**0.70**	0.36	0.09	0.25	0.26	*0.04*	0.09	0.16	0.34	0.06
Pasallito		*	0.30	0.15	0.10	0.51	0.14	0.07	0.31	0.17	0.44	0.15	0.36	0.43	0.08	*0.04*
Miraderos			*	0.17	0.10	0.44	0.14	0.11	0.23	0.16	0.49	0.14	0.24	0.11	0.12	0.07
El Sauce				*	0.14	0.35	0.13	*0.04*	0.34	0.56	0.25	0.07	0.22	0.23	0.13	0.06
Las Juanas					*	0.10	0.36	0.49	0.06	0.14	0.18	0.06	0.10	0.22	0.36	0.09
El Checo						*	0.11	0.06	0.35	0.28	0.58	0.11	0.25	0.26	0.15	0.10
El Cardo							*	0.44	0.12	0.24	0.33	*0.04*	0.11	0.13	0.31	0.07
Q. Maderal								*	0.06	0.12	0.13	*0.04*	0.06	0.16	0.29	0.11
Guabal									*	0.28	0.34	0.13	0.16	0.08	0.08	0.09
Ucumares										*	0.25	0.08	0.32	0.31	0.32	0.35
H.– Q. Mana											*	0.11	0.19	0.15	0.21	0.07
La Union												*	0.22	0.08	0.05	*0.04*
C. El Tigre													*	0.45	0.08	0.15
Huapalas														*	0.23	0.12
Panales															*	0.57
Q. El Pilar																*

La parcela más diversa es La Union (Tabla 2), que obtiene los valores más altos en riqueza de especies, índices de Shannon, Simpson y alfa de Fischer. El índice de Shannon indica que Miraderos y Cordillera El Tigre son la segunda y tercera parcela más diversas. El índice de Simpson muestra que Miraderos y Cordillera El Tigre son las parcelas con la segunda diversidad más alta, seguidos por Hormigas-Quebrada Mana. El índice de Fisher, que corrige para muestras con áreas y abundancias heterogéneas, muestra como parcelas más diversas, después de La Union, a Guabal y Cordillera El Tigre.

Diversidad beta y afinidades florísticas entre sitios

El índice de Sørensen revela que Uña de Gato y El Cardo son las parcelas florísticamente más parecidas (Fig. 6, Tabla 3) con un 70 % de similitud y comparten cinco especies (de un total de seis especies en Uña de Gato y ocho especies en El Cardo). Adicionalmente, de los 119 apareamientos restantes, hay sólo cuatro parejas de parcelas que tienen una similitud mayor a 50 %. Estas son Quebrada Mana y El Checo (58 %), Quebrada Panales y El Pilar (57 %), Ucumares y El Sauce (56 %) y El Checo y Pasallito (51 %). Por otro lado La Unión es la parcela que presenta mayor distancia (dissimilitud) con el resto de parcelas. Con cuatro de ellas tiene un coeficiente de sólo 4 % de similitud (Uña de Gato, El Cardo, Quebrada Maderal y El Pilar) y del resto de valores sólo uno alcanza el 22 % de similitud. Otros dos apareamientos alcanzan asimismo valores de 4 % de similitud, El Sauce y Quebrada Maderal y Pasallito y El Pilar. El test de Matel indica que no existe correlación entre la matriz florística y geográfica (r = 0.163413, p = 0.076) (Fig. 7).

Discusión

Nivel de identificación de especies

Dadas las características caducas de muchas de las especies colectadas, el nivel de muestras fértiles es bajo. Como resultado, la identificación hasta nivel específico y aun genérico o familiar se hace difícil. La utilización del concepto de morfoespecies facilita el análisis entre los datos colectados. Sin embargo hace imposible hacer una comparación directa con inventarios de lugares aledaños. Datos florísicos precisos de parcelas completas son por lo general obtenidos despues de varios años de colecta contínua (Wilkie *et al.* 2004). Esperamos que la recolección contínua, sobre todo de las especies no identificadas o en duda, incrementen el conocimiento sobre la flora leñosa del lugar.

Estructura y diversidad

Aunque carecemos de datos ambientales puntuales para cada parcela, creemos que las diferencias marcadas entre el número de especies e individuos presentes por parcela en estos bosques, se hallan condicionadas por las características ecológicas de los ambientes en que se desarrollan y por consiguiente por la demanda del recurso edáfico, hidrológico y de humedad que se presenta en cada zona ecológica. Según Gentry & Ortiz (1993), basados en datos de bosques húmedos y lluviosos, las principales diferencias en la composición vegetal pueden ocurrir a escalas locales en respuesta a las condiciones del suelo y mosaicos sucesionales, por lo que las especies, en su diversidad y distribución, se limitan a aquellas regiones condicionadas por la humedad. El desarrollo de las especies y la distribución restringida de los individuos en estos bosques, se limita a la estacionalidad climática de la región que condiciona la dinámica del bosque. Así mismo, el progreso de la composición arbórea y el endemismo de las especies se encuentran determinadas por los climas más apropiados para los individuos, presentándose aquellos que requieren de mayor humedad casi constante, a otros que sólo requieren de estaciones secas. Lo mismo puede ser valido para los bosques secos del noroeste. Las diferencias encontradas en diversidad local pueden deberse a las diferencias ecológicas entre sitios, estacionalidad y demanda de precipitaciones. Por citar algunos ejemplos, especies como *Myroxylon peruiferum* L. f. (Leguminosae-Papilionoideae) y *Centrolobium ochroxylum* Rose ex Rudd (Leguminosae-Papilionoideae), se restringen a zonas de mayor humedad, mientras que *Coccoloba* sp. (Polygonaceae) se distribuye en climas más secos. *Cochlospermum vitifolium* está restringida a esta árida región norte, *E. ruizii* y *Capparis scabrida* Kunth (Capparaceae) son de distribución restringida al suroccidente ecuatoriano y noroeste peruano. Especies con mayores límites de distribución, pero que también caracterizan a estos bosques del norte del Perú, son *Bursera graveolens* (Kunth) Triana & Planch. (Burseraceae) y *Triplaris cumingeana* Fisch. & Mey. Ex C. A. Mey (Polygonaceae). *Cavanillesia platanifolia* se limita a los ambientes de mayor humedad que corresponden a la ecorregión de Bosque Tropical del Pacífico, imponiéndose en altura y volumen.

Las parcelas, comparadas con resultados de estudios similares para la región, presentan un elevado número de individuos arbóreos (promedio simple de 234.31 individuos por hectárea). Este valor de densidad representa más del doble de lo encontrado en los inventarios forestales realizados por el Proyecto Algarrobo en el 2000 (Proyecto Algarrobo, com. pers.). Los datos, obtenidos de la margen derecha del río Tumbes en parcelas de dimensiones equivalentes y fuera de las ANPs, dan un promedio de 96.77 árboles/ha. Se sugirió que estos bajos valores eran resultado del impacto que causan la actividad ganadera y antrópica en estos sectores. Conclusiones similares fueron propuestas por Caraguay *et al.* (2003) a partir de inventarios ejecutados en la Reserva Natural Tumbezia - La Ceiba (provincia de Loja, Ecuador), sobre una superficie total de 15.3 ha. Las densidades bajas en algunos intervalos de clases diamétricas eran resultado de las alteraciones en los patrones normales de regeneración natural, muchos de ellos debido al sobrepastoreo y a la tala selectiva.

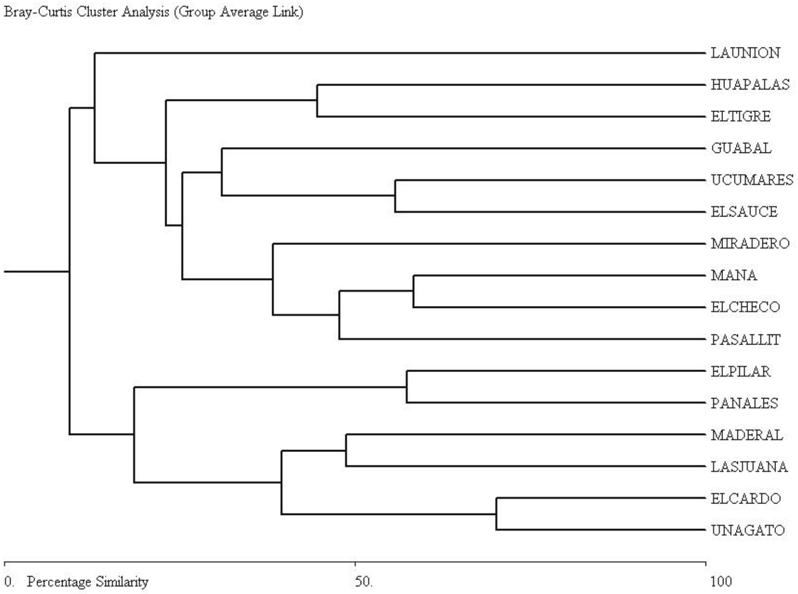
Bray-Curtis Cluster Analysis (Group Average Link)
LAUNION
HUAPALAS
ELTIGRE
GUABAL
UCUMARES
ELSAUCE
MIRADERO
MANA
ELCHECO
PASALLIT
ELPILAR
PANALES
MADERAL
LASJUANA
ELCARDO
UNAGATO
0. Percentage Similarity
50.
100

Figura 6. Análisis de agrupamiento usando el coeficiente de Sørensen para 16 parcelas de 1-ha en la Reserva de Biosfera del Noroeste. Datos de abundancia. La barra inferior muestra el porcentaje de similitud entre parcelas.

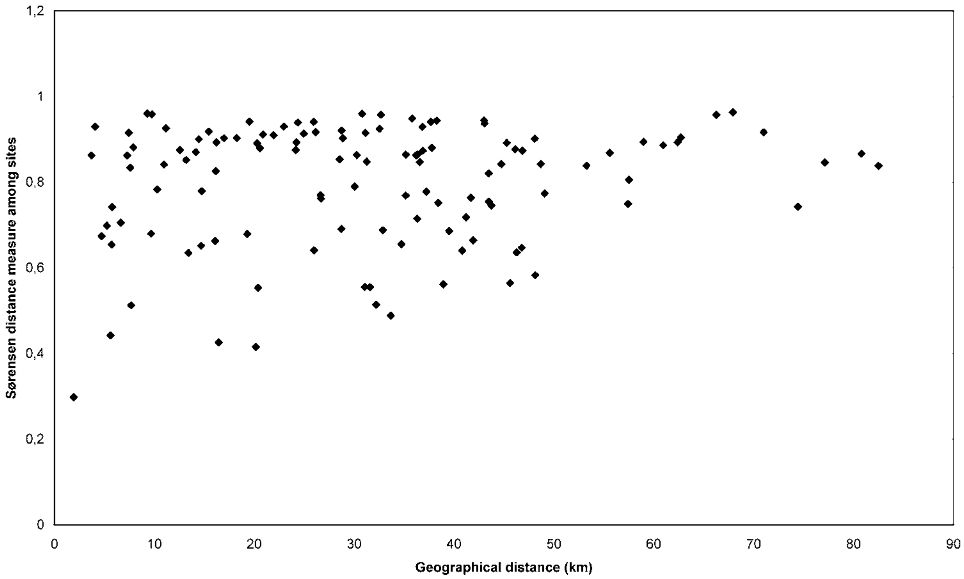

Figura 7. Diagrama de dispersión del test de Mantel. La disimilitud entre parcelas no está influenciada por la distancia geográfica.

Tabla 3. Factores que influyen en la disminución, la fragmentación y la desaparición de bosques secos en el Neotrópico.

Factor	**Costa Rica (Quesada & Stoner, 2004)**	**Isla Puná, Ecuador (Madsen *et al.*, 2001)**	**RBNO, Perú (este estudio)**
Ganado	Deforestación para crear espacio para la cría de ganado vacuno y posterior quema cíclica de las pasturas.	Introducción de ganado caprino y vacuno.	Ganadería caprina y vacuna trashumante y sin manejo adecuado, quema cíclica de pasturas.
Tala	Extracción selectiva de madera.	Tala selectiva para madera y leña.	Tala selectiva para madera y leña.
Agricultura	En menor medida agricultura.	-	-
Otros	Más recientemente, el desarrollo incontrolado de la industria del turismo.	Introducción de especies exóticas.	-

Es interesante que se encuentren aún especies que son codiciadas e ilegalmente explotadas por su valor comercial, como *Tabebuia* spp. y *E. discolor*. El éxito en alcanzar densidades como las encontradas en este estudio puede ser resultado de diversos factores (e.g. alto número de semillas, altas tasas de regeneración, poco impacto antrópico, buena capacidad de rebrote en las especies de *Tabebuia*, patrones de distribución espacial agregados, lugares inaccesibles) que sería interesante estudiar con más detalle. Por otro lado, *Sapindus saponaria* L. (Sapindaceae) y *Leucaena trichodes* (Jacq.) Benth. (Leguminosae-Papilionoideae) con 0.19 árboles/ha cada una, y *Sesbania exasperata* HKB (Leguminosae-Papilionoideae) con 0.06 árboles/ha presentan los valores más bajos. Estos pueden ser reflejo de la restricción de su distribución en el hábitat ó de sus estados vegetativos, como también de la acción humana sobre el bosque, de las limitaciones de factores climáticos o simplemente artefactos del muestreo. *Ceiba trichistandra*, especie dominante por su volúmen, es representativa de estos bosques. No obstante, su densidad es de sólo 3.375 árboles/ha.

Las curvas de J-invertida de los análisis estructurales sugieren la existencia de regeneración favorable. Estas curvas son típicas de sistemas maduros y estables, o de poblaciones que se renuevan constantemente con un balance entre natalidad y mortalidad (Mwima & McNeilage 2003). En algunas parcelas (Uña de Gato, Quebrada Maderal) los estados regenerativos se han visto alterados profundamente por un constante impacto antrópico (directo o indirecto), mientras que en otras (Ucumares, Pasallito, La Unión, Cordillera El Tigre), los efectos pasados de la acción antrópica han sido soportados y disminuidos, lo que se refleja en el incremento de su regeneración natural. El solo hecho de hallar valores elevados en las clases diamétricas más bajas, manifiesta el dinamismo regenerativo del bosque. El incremento de la regeneración natural en áreas previamente impactadas por actividades antrópicas se puede interpretar de al menos tres maneras: (1) es resultado de la gestión apropiada y adecuada de cada uno de los actores abocados en la conservación de estos espacios naturales; (2) es resultado de factores intrínsecos del sistema, es decir de una extraordinaria resiliencia del bosque sumada a la ocurrencia cíclica de recientes eventos El Niño; o (3) una combinación de los factores mencionados anteriormente. Claramente necesitamos de estudios detallados a largo plazo para definir estos puntos.

El 32 % de la composición del bosque lo conforman familias representadas por una especie leñosa, es decir, familias monotípicas. Esto indica una tasa extraordinaria de diversidad beta. Más aun, el hecho de que esta diversidad no este correlacionada con la distancia geográfica que separa las parcelas, indica que deben ser otros los factores que determinan los patrones florísticos (ver discusión precedente). Además, confirma el alto grado de heterogeneidad de los bosques secos peruanos. Bridgewater *et al.* (2003) encontraron pocas especies en común y mucha heterogeneidad al comparar bosques secos del norte peruano, incluyendo aquellos del valle del Marañon y de los alrededores de Tarapoto.

Impacto y presión humana sobre los recursos de la región

El ocupamiento humano y aprovechamiento de los recursos en esta región, antecede a hechos históricos, prehispánico y de conquista (Anónimo 1989). Hocquenghem (1998) reservó la presencia de cazadores recolectores, agricultores o leñadores en esta zona desde hace 10 000 años aproximadamente. Muchos de los asentamientos se han ubicado en los alrededores de las márgenes de los ríos Zarumilla, Tumbes y Chira. Estos ríos, que nacen en los andes ecuatorianos, suministran hoy en día agua permanente para el riego de estrechas fajas de tierra, permitiendo el desarrollo agrícola. Para las poblaciones asentadas alejadas de estos cursos de agua, entre las quebradas y lechos de ríos estacionales, cercanos a la Cordillera de los Amotapes, esta y otras actividades no son muy prósperas. La causa de ello está en que el abastecimiento de agua sólo es abundante, y en algunos casos existente, durante la temporada de lluvias. Durante la estación seca sólo quedan ocasionales fuentes residuales conocidas localmente con el nombre de "jaguay" o "jaguayes". Estos relictos cumplen una importante función para el mantenimiento de diversas actividades humanas y para la supervivencia de la fauna silvestre.

La mayoría de actividades humanas de uso directo del recurso ocurren en el ámbito que circunscribe la RBNO. Actividades productivas como la ganadería y la agricultura, y de extracción como la forestal presentan distintos niveles de desarrollo en la región, pero coinciden con datos de otras regiones de bosque seco en el Neotrópico, en que son los factores que más severamente impactan y amenazan a estos bosques (Tabla 1). En las provincias y caseríos la ganadería es una actividad extensiva y trashumante, sin aplicación de prácticas de manejo pecuario. Está orientada hacia la crianza de ganado vacuno y caprino para la producción de carne, leche, queso y cueros. La falta de pastos frescos en la temporada seca obliga al criador a liberar su ganado en busca de alimento. Este ganado se desplaza lógicamente hacia las áreas donde aun puede encontrar vegetación fresca, es decir hacia el interior de los departamentos Piura y Tumbes y hacia la Cordillera, que también alberga a las ANPs. Adicionalmente, y frente a la necesidad de obtener pasturas permanentes y frescas, el poblador rural sobrepastorea los pastizales y poco antes de la estación lluviosa quema los bosques para favorecer la introducción y colonización de *Panicum maximum* (Poaceae), un pasto conocido como "chilena". Cuando el pasto es más abundante al interior, durante la temporada lluviosa, se instalan rodeos (cercados) temporales. Los suelos degradados y la proliferación del arbusto invasor "borrachera" *Ipomoea carnea* Jacq. (Convolvulaceae), visibles en los alrededores de los caseríos y centros poblados, son indicadores del mal manejo a los que son sometidos muchos de estos sectores por la ganancia de terreno. Algunos pobladores asentados en los alrededores y cercanos a las zonas boscosas se dedican a la extracción forestal con fines comerciales y energéticos. Lamentablemente no son sólo los pobladores rurales los que realizan esta actividad ilegal, ya que los cuarteles militares de la zona tambien extraen leña y madera sin autorización. El “hualtaco” *L. huasango*, “guayacán” *Tabebuia billbergii* y *Tabebuia chrysantha* y “algarrobo” *Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kunth (Leguminosae-Mimosoideae) son las especies más buscadas para construcción, parquet, leña y carbón. Y a pesar de que existe una ley que prohibe la extracción de madera de los bosques secos de esta región, la tala selectiva ilegal de estas y otras especies forestales es cuantiosa. La intensa deforestación a la que se está sometiendo a diversos sectores para ganar terreno para agricultura y ganadería está ocasionando la transformación del hábitat. A esta degradacion se adicionan la falta de alternativas y oportunidades rentables para los pobladores locales, acelerando estos procesos que se hacen cada vez más agudos en la región. Este circulo vicioso conducira lamentablemente a una mayor fragmentación, empobrecimiento y finalmente desaparición de los bosques.

Los resultados obtenidos en este estudio, si bien valiosos, son preliminares, y han permitido identificar dos grandes vacíos de conocimiento que requieren de atención inmediata. Primero, se hacen necesarios inventarios adicionales en las áreas adyacentes fuera de las ANPs (de especial interés son aquellas declaradas como zonas de amortiguamiento), que complementarán la información y que podrían dar una mejor idea de la condición actual del bosque seco en su conjunto y sin mediar los límites de las ANPs. Paralelamente, creemos urgente iniciar estudios de suelos e hidrológicos complementarios a los florísticos. Necesitamos saber, cual es el nivel de diversidad edáfica e hidrológica de la zona y su influencia sobre la diversidad florística. Por el momento, sólo podemos especular sobre los diversos factores que intervienen, sin datos concretos. Un mejor conocimiento de la estructura y dinámica de estos bosques mejorará el manejo de sus recursos y contribuirá a su conservación. La preservación de estos bosques no sólo necesita de leyes y normas. Al contrario, requiere de la aplicación y puesta en práctica de modelos adecuados de consumo y uso de la tierra, uso adecuado de la tecnologia disponible, además de la formalización y apoyo institucional, económico, educativo y legal de todos los organismos públicos y privados involucrados en la protección de la biodiversidad local, regional y nacional. En la actualidad, las acciones de conservación de la region se enfocan en la búsqueda de alternativas favorables que beneficien al poblador local, mediante el aprovechamiento de productos no-maderables (con énfasis en los sectores considerados de riesgo por acción de la tala selectiva) y la generación de servicios turísticos en las comunidades cercanas a las ANPs. Finalmente, estudios recientes en los bosques secos mesoamericanos han demostrado que una herramienta importante para la preservación de este tipo de bosques es la conservación *circa situm*, que es la conservación de fragmentos de bosque seco en un mosaico de paisaje agricultural fuera de las ANPs tradicionales (Gordon *et al.* 2003, Boshier *et al.* 2004). Estos son modelos que esperamos se prueben aquí tambien, para evaluar su potencial como una alternativa a la destruccion de los bosques secos en el noroeste peruano, sobre todo fuera de las ANPs, y consecuentemente garantizar su existencia futura.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la jefatura de las Áreas Naturales Protegidas de la Reserva de Biosfera del

Noroeste y al Instituto Nacional de Recursos Naturales por el respaldo logístico y técnico brindado. De modo particular se agradece el apoyo y respaldo brindado por el personal administrativo y Guardaparques de la RBNO. Asímismo a pobladores locales, guardaparques voluntarios y a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Tumbes y Universidad Nacional de Piura en la etapa de campo y procesamiento de la información y material colectado.

LITERATURA CITADA

Aguilar, P. 1994. Características Faunísticas del Norte del Perú. Arnaldoa 2(1):77-102.

Alder, D. & T. J. Synnot. 1992. Permanent Sample Plot Techniques for Mixed Tropical Forest. Tropical Forestry Papers Nº 25. Oxford University Press, Oxford.

Anónimo. 1989. Enciclopedia del Perú. Región Grau: Tumbes (primera parte). Tomo III. Documental del Perú, Lima.

Anónimo. 1992. Estado de la conservación de la diversidad natural de la región noroeste del Perú. Centro de Datos para la Conservación, Lima.

Anónimo. 1994-1997. Centres of plant diversity. A guide and strategy for their conservation. 3 Volumes. WWF & UICN. UICN Publications Unit, Cambridge.

Anónimo. 1995. Mapa Ecológico del Perú. Instituto Nacional de Recursos Naturales-Ministerio de Agricultura, Lima.

Anónimo. 1997. BioDiversity Professional. Natural History Museum & The Scottish Association for Marine Science. (http://www.nhm.ac.uk/zoology/bdpro).

Anónimo. 2001a. Estrategia de Conservación y Desarrollo Sostenible de la Reserva de Biosfera del Noroeste 2001-2010. Instituto Nacional de Recursos Naturales. Tumbes.

Anónimo. 2001b. Plan Maestro del Parque Nacional Cerros de Amotape. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Tumbes.

Anónimo. 2002. Manual Divulgativo de Especies Forestales de la Reserva de Biosfera del Noroeste. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Tumbes.

Berry, P. E. 2002. Diversidad y endemismo en los bosques neotropicales de bajura. Págs. 83-96 en: M. R. Guariguata & G. H. Kattan (eds.). Ecología de Bosques Neotropicales. Libro Universitario Regional, Cartago.

Block, M. & M. Richter. 2000. Impacts of heavy rainfalls in El Niño 1997/98 on the vegetation of Sechura Desert in Northern Perú (A preliminary report). Phytocoenologia 30 (3-4):491-517.

Boshier, D. H., J. E. Gordon & A. J. Barrance. 2004. Prospects for *circa situm* tree conservation in Mesoamerican dry forest agro-ecosystems. Págs. 210-226 en: G. W. Frankie, A. Mata & S. B. Vinson (eds.). Biodiversity Conservation in Costa Rica. Learning the lessons in a seasonal dry forest. University of California Press, Berkeley, Los Angeles, Londres.

Brack, A. & C. Mendiola. 2000. Ecología del Perú. Asociación Editorial Bruño, Lima.

Brack, A. 1986. Ecología de un país complejo. Págs. 175-314 en: Gran Geografía del Perú – Naturaleza y Hombre, Volumen II. Ediciones Manfer - Juan Mejía Baca, Barcelona.

Bridgewater, S., R. T. Pennington, C. A. Reynel, A. Daza & T. D. Pennington. 2003. A preliminary floristic and phytogeographic analysis of the woody flora of seasonally dry forests in northern Peru. Candollea 58(1):129-148.

Caraguay, C., R. Rivas & S. Günte. 2003. Estado de Conservación de las poblaciones de árboles en la Reserva Natural Tumbezia-La Ceiba, Zapotillo-Loja, Ecuador. CD no publicado de los Resumenes del Primer Congreso Internacional de Bosques Secos, Piura, Perú, 6-9 Noviembre 2003, Universidad de Piura.

Ferreyra, R. 1983. Los tipos de vegetación de la costa peruana. Anales del Jardín Botánico de Madrid 40(1):241-256.

Gentry, A. H. & R. Ortiz. 1993. Patrones de Composición Florística en la Amazonía

Peruana. Págs. 155-166 en: R. Kalliola, M. Puhakka & W. Danjoy (eds.). Amazonía Peruana - Vegetación Húmeda en el Llano Subandino. Proyecto Amazonía de la Universidad de Turku, Finlandia y ONERN-Perú, Jyvaskyla.

Gentry, A. H. 1990. Floristic similarities and differences between Southern Central America and Upper and Central Amazonia. Págs. 141-157 en: A. H. Gentry (ed.). Four Neotropical Rainforests. Yale University Press, New Haven y Londres.

Gordon, J. E., W. D. Hawthorne, G. Sandoval & A. J. Barrance. 2003. Trees and farming in the dry zone of southern Honduras II: the potential for tree diversity conservation. Agroforestry Systems 59: 107–117.

Hammer, Ø., D. A. T. Harper & P. D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4(1):9pp. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm

Hocquenghem, A.M. 1998. Una Historia del bosque seco. Págs. 231-254 en: A. Cuba Salerno (ed.). Memorias del Seminario Internacional Bosque Seco y Desertificación. Instituto Nacional de Recursos Naturales-Proyecto Algarrobo, Lambayeque.

Hubber, O. & R. Riina (eds). 1997. Glosario Fitoecológico de la Américas. Vol. I, América del Sur. UNESCO y Fundación Instituto Botánico de Venezuela, Caracas.

Legendre, P. & L. Legendre. 1998. Numerical Ecology. 2nd English ed. Developments in Environmental Modelling 20. Elsevier. Amsterdam.

Lieth, H., J. Berlekamp, S. Fuest & S. Riediger. 1999. Climate Diagram World Atlas. CD-Series: Climate and Biosphere. Backhuys Publishers, Leiden.

Linares-Palomino, R. & S. I. Ponce Álvarez. 2005. Tree community patterns in seasonally dry tropical forests in the Cerros de Amotape Cordillera, Tumbes, Perú. Forest Ecology and Management 209:261-272.

Madsen, J.E., R. Mix & H. Balslev. 2001. Flora of Puná Island. Plant resources on a neotropical Island. Aarhus University Press, Aarhus.

Magurran, A. E. 2004. Measuring Biological Diversity. Blackwell Publishing, Oxford.

Mittermeier, R. A., P. Robles Gil, M. Hoffman, J. Pilgrim, T. Brooks, C. Goettsch Mittermeier, J. Lamoreux & G. A. B. da Fonseca. 2005. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most threatened terrestrial ecoregions. Conservation International. Washington.

Mostacero, L.J., F. Mejía & F. Peláez. 1996. Fitogeografía del Norte del Perú. CONCYTEC, Lima.

Mwima, P. M. & A. McNeilage. 2003. Natural regeneration and ecological recovery in Bwindi Impenetrable National Park, Uganda. African Journal of Ecology 41(1):93-98.

Pulido, V. 1991. El Libro Rojo de la Fauna Silvestre del Perú. INIAA, WWF y USFWS, Lima.

Quesada, M. & Stoner, K.E. 2004. Threats to the conservation of tropical dry forests in Costa Rica. Págs. 266-280 en: G. W. Frankie, A. Mata & S. B. Vinson (eds.). Biodiversity conservation in Costa Rica. Learning the lessons in a seasonal dry forest. University of California Press. Berkeley, Los Angeles, Londres.

Sagastegui, A., M. O. Dillon, I. Sánchez, S. Leiva y P. Lezama. 1999. Diversidad Florística del Norte del Perú. Tomo I. Edit. Graficart, Trujillo.

Stattersfield, A.J., M. J. Crosby, A. J. Long & D.C. Wege. 1998. Endemic bird areas of the world. Priorities for biodiversity conservation. BirdLife Conservation Series No. 7. BirdLife International, Cambridge.

Vásquez, R. & O. Phillips. 2000. Allpahuayo: Floristics, structure, and dynamics of a high-diversity forest in amazonia Perú. Annals of the Missouri Botanical Garden 87(4): 499-527.

Vásquez, R. 1995. Árboles de la Amazonía

Nor Oriental del Perú: Diversidad, Destrucción y Conservación. Arnaldoa 3(2):73–86.

Weberbauer, A. 1914. Die Vegetationsgliederung des nördlichen Perú um 5º südl. Br. (Departamento Piura und Provincia Jaen des Departamento Cajamarca). Botanische Jahrbücher und Systematik 50:72-94.

Wilkie, P., G. Argent, E. Cambell & A. Saridan. 2004. The diversity of 15 ha of lowland mixed dipterocarp forest, Central Kalimantan. Biodiversity and Conservation 13:695-708.

Wust, W. (ed.). 1998. La Zona Reservada de Tumbes. Biodiversidad y Diagnóstico Socioeconómico. The John D. and Catherine C. Mac Arthur Foundation. PROFONANPE, Lima.

Wust, W. 2002. Tumbes y los bosques del noroeste. Edit. Grafica Biblos, Lima.

Recibido: 03/05/2005
Aceptado: 29/08/2005